

M. en C. Gabriela Azucena Campos García

Protocolo EIGRP

Enhanced Interior Gateway Routing Protocol

Descripción

- Vector Distancia
- Sin clase
- Se lanzó en 1992 con la versión 9.21 Cisco IOS
- 2013 Cisco publicó una funcionalidad básica en EIGRP como estándar abierto al IETF para que otros proveedores puedan implementarlo
- Mejora del protocolo IGRP
- Protocolo de transporte confiable (RTP)
- Actualizaciones limitadas
- Difundir el algoritmo de actualización (DUAL, Diffusing Update Algorithm)
- Capacidad de establecer adyacencias
- Tablas de vecinos y topología

Comparación del vector distancia y EIGRP

Protocolos de enrutamiento de vectores de distancia tradicionales	Protocolo mejorado de enrutamiento vectorial de distancia: EIGRP
Utiliza el algoritmo Bellman-Ford o Ford-Fulkerson	Utiliza DUAL
Acelera las entradas de enrutamiento y usa actualizaciones periódicas	No supera las entradas de enrutamiento ni utiliza actualizaciones periódicas
Realiza un seguimiento de solo las mejores rutas, el mejor camino hacia una red de destino	Mantiene una tabla de topología separada de la tabla de enrutamiento, que incluye la mejor ruta y las rutas de respaldo sin bucles
Cuando una ruta deja de estar disponible, el enrutador debe esperar una nueva actualización de enrutamiento	Cuando una ruta deja de estar disponible, utiliza una ruta de respaldo, si existe en la tabla de topología
Logra una convergencia más lenta debido a los temporizadores de retención	Logra una convergencia más rápida debido a la ausencia de temporizadores de retención y un sistema de cálculos coordinados de rutas

Características

- Actualización por difusión (DUAL, Diffusing Update Algorithm), garantiza rutas de respaldo y sin bucles
- Establecimientos de adyacencias de vecinos para rastrear el estado de los vecinos
- Actualizaciones parciales, solo incluye información acerca de cambios de la ruta, como un nuevo enlace o cuando deja de estar disponible
- Actualizaciones limitadas, solo envía a los routers que se vean afectados por un cambio
- Equilibrio de carga de mismo costo y con distinto costo, permite a los administradores distribuir mejor el flujo de tráfico en las redes

Módulos Dependientes de Protocolo (PDM)

- Permiten enrutar en IPv4 e IPv6
- Son responsables de tareas específicas de los protocolos de capa de red
- Analiza los paquetes EIGRP y de informar a DUAL la nueva información recibida
- Mantiene las tablas de vecinos y de topología
- Arma y traduce paquetes específicos del protocolo DUAL
- Conecta a DUAL con la tabla de enrutamiento específica al protocolo
- Calcula la métrica y pasa la información a DUAL
- Implemente lista de filtrado y de acceso
- Realiza funciones de redistribución hacia otros protocolos
- Redistribuye rutas detectadas por otros protocolos de routing

Protocolo de Transporte Confiable (RTP)

- EIGRP es independiente de la capa de red y no puede utilizar TCP o UDP. Por lo tanto, utiliza RTP (Reliable Transport Protocol) permitiendo que sea un protocolo flexible y pueda ocuparse en protocolos obsoletos.
- Puede enviar paquetes por unidifusión o multidifusión
 - 224.0.0.10
 - FF02::A

Autenticación

- Se asegura de que los routers solo acepten información de routing de otros routers que se configuraron con la misma contraseña o información de autenticación
- No cifra las actualizaciones de routing

Tipos de paquetes EIGRP

- Saludo, detecta vecinos y mantiene adyacencias. Entrega poco confiable y por multidifusión
- Actualización, información de routing, entrega confiable, unidifusión o multidifusión
- Acuse de recibo, acuse de recibo de un mensaje EIGRP que se envió con entrega confiable, entrega poco confiable, unidifusión
- Consulta, consulta ruta de vecinos, entrega confiable, unidifusión o multidifusión
- Respuesta, respuesta a consultas EIGRP, entrega confiable, unidifusión

Paquetes de saludo EIGRP

- Se utilizan para establecer adyacencias con los routers vecinos
- Ancho de banda superior a 1544 Mb/s
 - 5 seg → multidifusión para enviar paquete saludo
 - 15 seg → tiempo de espera para tener activa una ruta
- Ancho de banda inferior
 - 60 seg → unidifusión
 - 180 seg → tiempo de espera para tener activa una ruta

Paquetes de actualización y acuse de recibo

- Actualización parcial
 - Solo incluye información de los cambios que tienen las rutas
- Actualización limitada
 - Se envían solo a los routers que lo necesitan
- Usan la entrega confiable por lo que necesitan acuse de recibo
- Multicast si muchos routers requieren la actualización
- Unicast si solo un router necesita la actualización
- ACK
 - Es un paquete saludo sin ningún dato
 - Se utilizan siempre en transmisiones de unidifusión poco confiables

Encapsulación de mensajes EIGRP

- Encabezado de la trama
 - MAC origen
 - MAC destino: multidifusión 01-00-5E-00-00-0A
- Paquete IP
 - IP origen
 - IP destino: multidifusión 224.0.0.10
 - Protocolo: 88
- Encabezado EIGRP
 - Código de operación: actualización (1), consulta (3), respuesta (4), saludo (5)
 - Número de sistema autónomo
 - Número de sistema autónomo

Tipos de TLV

- Tipo, longitud, valor
- 0x0001 parámetros de EIGRP
 - K1 y K3 evalúa el ancho de banda y retardo, se establecen en 1
 - Tiempo de espera: tiempo máximo que el router debe esperar para que una ruta siga válida
- 0x0102 rutas IP internas
 - Retraso, suma de todos los retrasos de origen a destino en unidades de 10 microsegundos, 0xFFFFFFFF ruta inalcanzable
 - Ancho de banda, más bajo en cualquier interfaz de toda la ruta
 - Longitud del prefijo, número de bits de la máscara
 - Destino
- 0x0103 rutas IP externas
 - Siguiendo salto
 - Creación de routers
 - Número de sistema autónomo de origen
 - Etiquetas arbitrarias
 - Métrica de protocolos externos

Números de sistema autónomo

- no se relaciona con los números de sistemas autónomo asignados globalmente por la IANA que usan los protocolos de routing externos
- AS de la IANA,
 - un conjunto de redes bajo el control administrativo de una única entidad que presenta una política de routing común a Internet
 - RFC 1930
 - IANA asigna el AS y el rango de espacio de direcciones
 - RIR, asigna a las entidades un número de AS de su bloque de número de AS asignado
 - Eran números de 16 bits que iban de 1 a 65 535
 - Actualmente el número es de 32 bits
 - Los ISP, proveedores troncales y grandes instituciones requieren de un AS, éstos utilizan el protocolo BGP (Border Gateway Protocol). El BGP es el único protocolo que utiliza un número de sistema autónomo real en su configuración
 - Las demás empresas usan protocolos como RIP, EIGRP, OSPF e IS-IS
- AS en EIGRP
 - Solo es importante para el dominio de routing de EIGRP
 - Funciona como ID de proceso para dar seguimiento a varias instancias de EIGRP en ejecución

El comando router eigrp

- `router eigrp <autonomous-system>`
- `<autonomous-system>`
 - Valor de 16 bits entre los números 1 a 65 535
 - Todos los routers dentro del dominio de routing de EIGRP DEBEN usar el mismo número de sistema autónomo
- El comando proporciona acceso para configurar los parámetros de EIGRP
- Para eliminar completamente el proceso de routing EIGRP
 - `no router eigrp <autonomous-system>`

ID de router EIGRP

- Se utiliza para identificar de forma única a cada router
- Es un número de 32 bits
- Criterios para determinar el ID de router:
 - Usar la dirección configurada con el comando `eigrp router-ID <IP>`
 - Si la ID no está configurada, elija la dirección IPv4 más alta de las interfaces loopback
 - Si no hay interfaces loopback elija la dirección IPv4 más alta
- Si no se configura explícitamente el ID, EIGRP genera su propia ID de router a partir de la dirección loopback o IP física más alta
- La interfaz debe estar en estado up/up, no es necesario que esté habilitada para EIGRP con el comando `network`

Configuración de la ID del router del protocolo EIGRP

- `eigrp router-ID <IP>`
 - tiene precedencia sobre cualquier dirección IP o loopback
 - la dirección IP puede ser cualquier número de 32 bits expresado en dirección IP, excepto 0.0.0.0 y 255.255.255.255
 - se recomienda configurar una interfaz loopback ya que al ser una interfaz virtual nunca falla
- `show ip protocols`, muestra los parámetros y el estado de cualquier protocolo

Comando network

- `network <IP>`
- IP, es la dirección de red con clase
- Habilita cualquier interfaz para recibir las actualizaciones
- Al configurar las IP's DUAL envía notificación que indica que se estableció una adyacencia
- Se establece adyacencia siempre y cuando se encuentren en un mismo sistema autónomo
- `eigrp log-neighbor-changes`, genera automáticamente los mensajes porque está habilitado por default

Al comando de red y la máscara comodín

- Se utiliza la máscara comodín para anunciar solo subredes específicas
- En la máscara comodín, los 0's binarios son importantes, los 1's no

Interfaz pasiva

- `passive-interface <nameInt>`
- Evita que se formen adyacencias
- Evita tráfico innecesario para una interfaz LAN
- Aumenta controles de seguridad

Verificación de EIGRP: análisis de la tabla de routing IPv4

- `show ip route`
- IOS 15 no están sumarizadas las rutas por default
- Las rutas aparecerán con una letra D
- Primer comando para verificar la convergencia

Verificación de EIGRP: comando show ip protocols

- show ip protocols
- En versiones de IOS 15 la sumarización está desactivada por default
- Distancias administrativas
 - 90 rutas internas
 - 170 rutas externas
 - 5 rutas sumarizadas

Verificación de EIGRP: análisis de la tabla de routing IPv4

- `show ip route`
- Para deshabilitar la sumarización utilice el comando en modo de router
 - `no autosummary`
- Las rutas aparecen con una letra D

Adyacencia de vecinos EIGRP

- Utiliza paquetes saludos para establecer y mantener las adyacencias de vecinos
- Para que sean vecinos deben cumplir ambos con los siguientes parámetros
 - Mismas métricas
 - Mismo número de sistema autónomo

Métrica compuesta del protocolo EIGRP

- De manera predeterminada:
 - Ancho de banda, más lento entre todas las interfaces de salida
 - Retraso, la acumulación de todos los retrasos de las interfaces a lo largo de la ruta
- Se pueden utilizar los siguientes valores también, pero no se recomienda por los recálculos frecuentes de la tabla topológica
 - Confiabilidad, la peor confiabilidad entre origen y destino que se basa en keepalives
 - Carga, representa la peor carga en un enlace entre origen y destino. Se calcula sobre la base de la velocidad de paquetes y el ancho de banda configurado de la interfaz.

$$256 \times \left(\begin{array}{c} \text{K1} \\ \text{Bandwidth} \\ \\ \text{K1} \times \text{BW} \end{array} + \begin{array}{c} \text{K2} \\ \text{Load} \\ \\ \frac{\text{K2} \times \text{BW}}{256 - \text{LOAD}} \end{array} + \begin{array}{c} \text{K3} \\ \text{Delay} \\ \\ \text{K3} \times \text{DLY} \end{array} \right) \times \begin{array}{c} \text{K4} \text{ K5} \\ \text{Reliability} \\ \\ \frac{\text{K5}}{\text{REL} + \text{K4}} \end{array}$$

Default K Values:

$\text{K1} = 1$ 1 times Bandwidth is Bandwidth	$\text{K2} = 0$ 0 times anything is 0, and 0 divided by anything is 0	$\text{K3} = 1$ 1 times Delay is Delay	$\text{K4} = 0 \quad \text{K5} = 0$ When K5 is 0, this section considered to result in 1
BW	0	DLY	1

$$256 \times \left(\text{BW} + 0 + \text{DLY} \right) \times 1$$

Análisis de los valores de la métrica de la interfaz

- **show interfaces**, muestra los valores de las interfaces incluidas los parámetros utilizados para el cálculo de la métrica de EIGRP
- BW, ancho de banda de la interfaz
- DLY, retraso de la interfaz
- Reliability, expresada como una fracción de 255/255 que es una confiabilidad del 100%. Se calcula como un promedio exponencial durante cinco minutos.
- Txload, Rxload, carga transmitida y recibida expresada como una fracción de 255, es decir, 255/255 sería una interfaz completamente saturada

Métrica de ancho de banda

- Valor estático utilizado en EIGRP y OSPF para el cálculo de la métrica
- En routers más antiguas el ancho de banda del enlace seriales es de 1544 kb/s que es el valor de una conexión T1
- En routers más nuevos el valor del ancho de banda se establece a la frecuencia de reloj utilizada en el enlace
- Se puede cambiar el valor del ancho de banda, sin embargo, no refleja el ancho de banda real del enlace
- Para cambiar el valor utilice el comando:
 - `Router(config-if)# bandwidth Ancho de banda`
- `no bandwidth` para restaurar el valor predeterminado
- Se debe de tener el mismo ancho de banda en ambos lados del enlace para un enrutamiento adecuado

Métrica de retraso

- Es la medida del tiempo que tarda un paquete en atravesar la ruta
- Es un valor estático determinado en función del tipo de enlace y se expresa en microsegundos
- No se mide en forma dinámica
- Se puede modificar por el administrador, pero no es lo recomendable

Conceptos acerca de DUAL

- El algoritmo DUAL proporciona la mejor ruta sin bucles y las mejores rutas de respaldo sin bucles
- Cuando hay cambios solo los routers involucrados sincronizan información
- El recalcular del algoritmo DUAL puede ser muy exigente para el procesador por lo que se mantienen unas rutas de respaldo que entran de inmediato cuando una ruta falla

- Sucesor: ruta primaria al destino
- Sucesor factible: ruta de respaldo al destino
- Distancia factible: sumatoria de las distancias reportadas + mi métrica al vecino
- Distancia notificada: la distancia hacia un destino según la publicación de un vecino ascendente
- Condición de Factibilidad (FC): se cumple cuando la distancia notificada (RD, Reported Distance) desde un vecino hasta una red es menor a las Distancia Factible

Tabla de topología

- Utilice el comando
 - **show ip eigrp topology**
- Incluye todos los sucesores y FS a las redes de destino calculados por DUAL
- Solo el sucesor se instala en la tabla de enrutamiento

Máquina de estados finitos (FSM) DUAL

- Es una máquina abstracta
- Define un conjunto de estados posibles por los que se pueden pasar, qué eventos causan estos estados y qué eventos son el resultado de estos estados
- Para examinar algunas salidas de las FSM de EIGRP utilice el comando **debug eigrp fsm**